



**MINISTÉRIO DE EDUCAÇÃO  
UNIVERSIDADE FEDERAL DE SERGIPE  
PRÓ-REITORIA DE PÓS-GRADUAÇÃO E PESQUISA  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO INTEGRADO EM ZOOTECNIA**



# **EFEITO DA SUPLEMENTAÇÃO DE METIONINA SOBRE O DESEMPENHO DE CODORNAS JAPONESAS E SUA PROGÊNIE**

**ALANY CRISTYANE FELIX DA SILVA**

**Mestrado**

**2021**

**PPIZ - PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO INTEGRADO EM ZOOTECNIA**



**MINISTÉRIO DE EDUCAÇÃO  
UNIVERSIDADE FEDERAL DE SERGIPE  
PRÓ-REITORIA DE PÓS-GRADUAÇÃO E PESQUISA  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO INTEGRADO EM ZOOTECNIA**



**ALANY CRISTYANE FELIX DA SILVA**

**EFEITO DA SUPLEMENTAÇÃO DE METIONINA SOBRE O DESEMPENHO  
DE CODORNAS JAPONESAS E SUA PROGÊNIE**

Dissertação apresentada à Universidade Federal de Sergipe como parte das exigências para obtenção do título de Mestre em Zootecnia.

Orientadora

Prof<sup>a</sup>. Dr<sup>a</sup>. Ana Paula Del Vesco

**SÃO CRISTOVÃO-SE  
2021**

**FICHA CATALOGRÁFICA ELABORADA PELA BIBLIOTECA CENTRAL  
UNIVERSIDADE FEDERAL DE SERGIPE**

S586      Silva, Alany Cristyane Felix da.  
e      Efeito da suplementação de metionina sobre o desempenho de  
codornas japonesas e sua progênie / Alany Cristyane Felix da Silva  
; orientadora Ana Paula Del Vesco . – São Cristóvão, SE, 2021.  
38 f.: il.

Dissertação (mestrado em Zootecnia) – Universidade Federal de  
Sergipe, 2021.

1. Suplementos dietéticos. 2. Metionina. 3. Codornas. 4. Aminoácidos na  
nutrição animal. I. Del Vesco, Ana Paula, orient. II. Título.

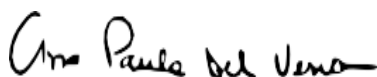
CDU 636.588:591.53.063

**ALANY CRISTYANE FELIX DA SILVA**

**EFEITO DA SUPLEMENTAÇÃO DE METIONINA SOBRE O DESEMPENHO  
DE CODORNAS JAPONESAS E SUA PROGÊNIE**

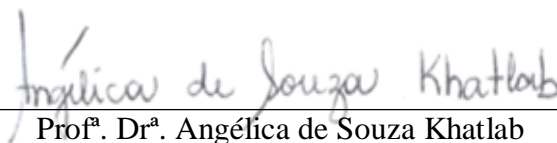
Dissertação apresentada à Universidade  
Federal de Sergipe como parte das  
exigências para obtenção do título de  
Mestre em Zootecnia.

Aprovada em 26 de maio de 2021.



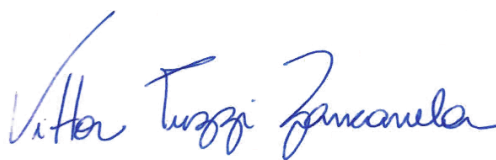
---

Prof<sup>ª</sup>. Dr<sup>ª</sup>. Ana Paula Del Vesco  
(Orientadora – UFS)



---

Prof<sup>ª</sup>. Dr<sup>ª</sup>. Angélica de Souza Khatlab  
(UEM)



---

Prof. Dr. Vittor Tuzzi Zancanela  
(UFS)

**SÃO CRISTOVÃO-SE  
2021**

A Deus que tem sido minha maior força  
em todos os momentos.

A minha família por todo suporte  
necessário para que eu pudesse chegar até  
aqui.

**DEDICO**

## **AGRADECIMENTOS**

A Deus, meu eterno amor, por ter me concedido força e sabedoria para chegar até aqui.

Aos meus pais, Dirlene e José, por terem acreditado e confiado em mim. Obrigada pelo amor, apoio e compreensão de minha ausência nos momentos em que precisei me dedicar a esta etapa de minha vida. Vocês foram essenciais durante essa caminhada.

Aos meus irmãos Aliny e Wagner por toda amizade e por sempre torcerem por mim.

Aos meus amigos Arthur, Iva e Elen que estiveram sempre ao meu lado me apoiando e incentivando a ir sempre mais além. Obrigada pela amizade, por todo amor e carinho.

A minha amiga Izabelle, que eu tive o privilégio de conviver e aprender tantas coisas, que esteve comigo quando mais precisei, nos momentos de risos e de choro. Sua amizade foi fundamental nessa caminhada e sem você seria tudo mais difícil. Obrigada por tudo, minha eterna gratidão.

Aos amigos que conquistei durante a realização do mestrado, Tamiris, Rayanna, Angela, Ladijane e Marcos, obrigada pela amizade. Agradecimento especial a Evilázio, Andeson e Patrícia. Obrigada por todos os momentos de descontração e alegria, especialmente pela amizade sincera. Tudo foi mais leve e divertido com vocês.

A minha orientadora Ana Paula Del Vesco, exemplo de profissional, pela oportunidade e confiança depositadas em mim para realização deste trabalho, especialmente pelos ensinamentos, orientação, incentivos e acolhimento, minha eterna gratidão e grande admiração.

A Angélica Khatlab, sempre disponível a ajudar no que fosse preciso. Obrigada pelo apoio e contribuições à dissertação.

À Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES), pela concessão da bolsa de estudo.

Ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico – CNPq (PROC.407669/2016-7), à Agência Federal de Apoio e Avaliação da Pós-Graduação (CAPES, Código financeiro 001) e ao Programa de Mobilidade Científica Pessoal (PROMOB) pelo apoio financeiro.

À Universidade Federal de Sergipe, em especial ao programa de Pós-Graduação Integrado em Zootecnia pela oportunidade e conhecimentos.

A todos que de alguma forma estiveram presentes durante esta caminhada.

**MUITO OBRIGADA!**

## **BIOGRAFIA**

ALANY CRISTYANE FELIX DA SILVA, filha de Dirlene Felix da Silva e José Virginio da Silva Filho, nasceu em Maceió, estado de Alagoas, no dia 20 de dezembro de 1989.

Cursou graduação em Zootecnia pela Universidade Federal de Alagoas, no período de 2014 a 2019.

Em março de 2019, iniciou o mestrado pelo Programa de Pós-Graduação em Zootecnia da Universidade Federal de Sergipe, na área de concentração Produção Animal-Melhoramento Genético Animal, sob orientação da Professora Dra. Ana Paula Del Vesco.

Em maio de 2021, submeteu-se à banca examinadora para defesa da dissertação de mestrado.



## SUMÁRIO

### Página

LISTA DE TABELAS .....	i
LISTA DE FIGURAS .....	ii
LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS .....	iii
<b>ARTIGO. Efeito da suplementação de metionina sobre o desempenho de codornas japonesas e sua progênie.....</b>	<b>1</b>
RESUMO .....	1
INTRODUÇÃO .....	2
MATERIAL E MÉTODOS.....	3
RESULTADOS .....	11
DISCUSSÃO .....	17
CONCLUSÃO.....	20
REFERÊNCIAS .....	21

## LISTA DE TABELAS

### **Artigo - Efeito da suplementação de metionina sobre o desempenho de codornas japonesas e sua progênie**

Tabela 1. Composição percentual e valores nutricionais das dietas experimentais para matrizes em fase de postura (98 a 136 dias).....	6
Tabela 2. Composição percentual e valores nutricionais da dieta experimental para codornas em fase inicial .....	8
Tabela 3. Composição percentual e valores nutricionais das dietas experimentais para codornas em fase de crescimento (15 a 35 dias) .....	9
Tabela 4. Desempenho de matrizes de codornas japonesas em fase de postura (98 a 136 dias).....	12
Tabela 5. Número de folículos e peso relativo de órgãos de matrizes de codornas japonesas em fase de postura (98 a 136 dias).....	13
Tabela 6. Efeito da dieta materna sobre o desempenho da progênie na fase inicial (1-14 dias).....	14
Tabela 7. Efeito da dieta materna sobre o desempenho da progênie na fase de crescimento (15-35 dias).....	16

## LISTA DE FIGURAS

### **Artigo - Efeito da suplementação de metionina sobre o desempenho de codornas japonesas e sua progênie**

Figura 1. Esquema mostrando o delineamento experimental.....7

Figura 2. Folículos hierárquicos de codornas japonesas em fase de postura (98 a 136 dias) alimentadas com dieta sem suplementação de metionina (SM); dieta suplementada com o nível recomendado de metionina (DL1); e dieta suplementada com metionina acima do nível recomendado (DL2) ..... 10

**LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS**

<b>SM</b>	Dieta sem suplementação de metionina
<b>DL1</b>	Dieta com suplementação do nível recomendado de metionina
<b>DL2</b>	Dieta com suplementação de metionina acima do nível recomendado
<b>PI</b>	Peso inicial
<b>PF</b>	Peso final
<b>CR</b>	Consumo de ração
<b>CAD</b>	Conversão alimentar por dúzia de ovos
<b>CAM</b>	Conversão alimentar por massa de ovo
<b>PO</b>	Peso do ovo
<b>MO</b>	Massa de ovo
<b>TXP</b>	Taxa de postura
<b>NO</b>	Número de ovos
<b>TXE</b>	Taxa de eclosão
<b>NF</b>	Número de folículos grandes
<b>PF</b>	Peso dos folículos grandes
<b>PN</b>	Peso ao nascimento
<b>P15</b>	Peso aos 15 dias de idade
<b>GP</b>	Ganho de peso
<b>CA</b>	Conversão alimentar

Artigo: Normas de acordo com: Revista Brasileira de Zootecnia

## **Efeito da suplementação de metionina sobre o desempenho de codornas japonesas e sua progênie**

**RESUMO** - Esse estudo foi conduzido sob a hipótese de que a suplementação de metionina na dieta da matriz poderia melhorar o desempenho da progênie submetida a diferentes dietas. O experimento foi conduzido em esquema fatorial 3 x 3. Três dietas para as matrizes, e para cada tratamento das matrizes, três dietas para sua progênie (dieta sem suplementação de metionina SM); dieta suplementada com nível recomendado de metionina (DL1); e dieta suplementada com metionina acima do nível recomendado (DL2). Matrizes alimentadas com dieta DL1 e DL2 apresentaram maior peso do ovo, número de ovos, massa de ovo, taxa de postura, taxa de eclosão e melhor conversão alimentar por massa de ovos que matrizes recebendo dieta SM. Matrizes que receberam dieta DL1 apresentaram maior peso dos folículos que matrizes que receberam dieta SM. Na fase inicial, a progênie de matrizes alimentadas com dieta DL1 e DL2 apresentaram significativamente maior peso aos 15 dias e maior ganho de peso que a progênie de matrizes alimentadas com dieta SM. Durante a fase de crescimento, para as progênies de matrizes alimentadas com dieta SM, observamos que as aves que também receberam dieta SM apresentaram menor peso aos 15 e aos 35 dias de idade, e menor ganho de peso que aves recebendo dieta DL1 e DL2. Para a progênie de matrizes alimentadas com dieta DL1 e DL2, não houve efeito significativo da dieta sobre o peso aos 35 dias e sobre o ganho de peso. Nossos resultados demonstram que a suplementação de metionina na dieta da matriz pode proporcionar melhor desenvolvimento e desempenho da progênie na fase inicial. Na fase de crescimento, a progênie de matrizes alimentadas com dietas suplementadas com metionina são capazes de se desenvolverem e responderem melhor ao ambiente futuro do que aves alimentadas com dieta sem suplementação de metionina.

**Palavras-chave:** aminoácidos, *coturnix japônica*, dieta materna

## 32 1. Introdução

33 As matrizes são de grande relevância na cadeia de produção avícola, uma vez que  
34 todo desenvolvimento embrionário desde a formação do pintinho até à sua eclosão,  
35 é dependente do ambiente materno, sobretudo dos nutrientes absorvidos pelas  
36 mães e que são posteriormente depositados nos ovos. Nesse sentido, algumas  
37 pesquisas vêm sendo desenvolvidas para identificar nutrientes que possibilitem  
38 uma produção mais eficiente e melhor eclodibilidade dos ovos (Reis, 2009;  
39 Murakami et al., 2014; Oliveira et al., 2015; Urso et al., 2015).

40 O metabolismo materno é essencial para o fornecimento de nutrientes balanceados  
41 para o embrião em desenvolvimento (Rees, 2018), atuando tanto no crescimento  
42 como na resistência a doenças da progênie (Cetin et al., 2004; Zhang et al., 2014; Fan  
43 et al., 2018). Em aves, o ambiente nutricional do embrião pode ser alterado através  
44 da dieta materna, que interfere no fornecimento de nutrientes depositados no ovo  
45 e, assim, afeta a aptidão do pintainho logo após a eclosão e, futuramente, o fenótipo  
46 da ave adulta (Calini e Sirri, 2007; Van der waaij et al., 2011; Morisson et al., 2017).  
47 Já se sabe que a má nutrição das matrizes, assim como diferentes tipos de estresse  
48 sofridos pelas mesmas durante o período embrionário, têm efeito direto sobre a  
49 disponibilidade de nutrientes para a prole, além de criar um ambiente de estresse  
50 que pode causar efeitos a longo prazo e até definitivos no desenvolvimento tecidual  
51 (Du et al., 2011; Devlin et al., 2012; Pillai et al., 2016), e aumentar a vulnerabilidade  
52 a doenças futuras da progênie (Shanks e Lightman, 2001).

53 Estudos mostram que a alimentação das matrizes quando inadequada pode reduzir  
54 o crescimento do embrião (Mcmillen e Robinson, 2005; Reynolds et al., 2011), e  
55 ainda, a falta de algum componente nutricional da dieta pode ocasionar reduções no  
56 desempenho das matrizes e de sua progênie (Urso et al., 2015). Uma dieta materna

57 com proteína reduzida apresenta efeitos negativos na produção de ovos e no peso  
58 corporal inicial da progênie (Rao et al., 2009). Por outro lado, a adição de metionina  
59 na dieta influencia positivamente as características produtivas das matrizes, como  
60 por exemplo a produção de ovos (Bunchasak et al., 2012).  
61 Pesquisas vêm sendo realizadas para um melhor entendimento de como as  
62 mudanças no ambiente nutricional materno podem influenciar o desenvolvimento  
63 e o desempenho dos animais através da epigenética. Dessa forma, esse trabalho foi  
64 conduzido sob a hipótese de que a suplementação de metionina na dieta da matriz  
65 poderia contribuir para melhorar o desempenho da progênie submetida a  
66 diferentes dietas. Sendo assim, este trabalho tem como objetivo avaliar o efeito da  
67 suplementação de metionina sobre o desempenho de matrizes de codornas  
68 japonesas e sua progênie.

69

## 70 **2. Material e Métodos**

71 Este estudo foi realizado de acordo com as especificações do Comitê de Ética no Uso  
72 de Animais (CEUA – nº 2402310719) da Universidade Estadual de Maringá, Brasil.

73

### 74 **2.1. Animais e delineamento experimental**

75 Para avaliar o efeito do ambiente materno sobre o desenvolvimento da progênie, o  
76 experimento foi conduzido em delineamento inteiramente casualizado em esquema  
77 fatorial 3 x 3: três dietas para as matrizes, e para cada tratamento das matrizes, três  
78 dietas para sua progênie.

79

80

### 81 2.1.1. Matrizes

82 Duzentas codornas japonesas (*coturnix coturnix japonica*) fêmeas de um dia de  
83 idade foram criadas em gaiolas individuais até 98 dias de idade. Durante esse  
84 período, o desenvolvimento das aves e a taxa de postura foram monitorados  
85 diariamente. Aos 98 dias de idade, 30 codornas com peso médio de 154,6 g e taxa de  
86 postura de 85% foram distribuídas em três tratamentos referentes à suplementação  
87 de metionina na dieta: dieta sem suplementação de metionina (deficiência em  
88 metionina, SM) (0,53%); dieta suplementada com o nível recomendado de  
89 metionina de acordo com Rostagno et al. (2017) (DL1, 0,86%); e dieta suplementada  
90 com metionina acima do nível recomendado (DL2, 1,17%) (Tabela 1). As matrizes  
91 permaneceram em experimentação por 38 dias (98 a 136 dias de idade): sendo 28  
92 dias antes de começar a coleta de ovos para incubação para garantir que todos os  
93 ovos fossem fertilizados durante o período experimental, e 10 dias para a coleta de  
94 ovos. Durante o período experimental, as aves foram criadas em gaiolas individuais  
95 e tiveram livre acesso à ração e água.

96 A partir da terceira semana de experimento, 30 machos padronizados pelo peso  
97 médio de 161,2 g tiveram contato diário com as matrizes durante uma hora. O efeito  
98 parental dos machos foi minimizado através da realização de rodízio. Os machos  
99 foram utilizados apenas para o acasalamento, e receberam ração formulada para  
100 atender as exigências desses animais e água à vontade durante todo o experimento.

101 A coleta de ovos para incubação foi iniciada a partir do oitavo dia de acasalamento.  
102 Durante o período de 10 dias, os ovos foram coletados, identificados, pesados  
103 diariamente e armazenados à temperatura ambiente de 23°C. No último dia de  
104 coleta todos os ovos foram adaptados à temperatura ambiente, sendo armazenados  
105 em redes de fruta e então transferidos para incubadora (Chocmaster Luna 240)



106 previamente programada para atingir temperatura de 37°C e umidade relativa de  
107 60%. Ao final dos 19 dias de incubação, os ovos não eclodidos foram abertos e  
108 classificados como ovos não fecundados ou embriões mortos.

109

110

111

112

113

114

115

116

117

118

119

120

121

122

123

124

125

126

127

128

129

130

**Tabela 1** - Composição percentual e valores nutricionais das dietas experimentais para matrizes em fase de postura (98 a 136 dias)

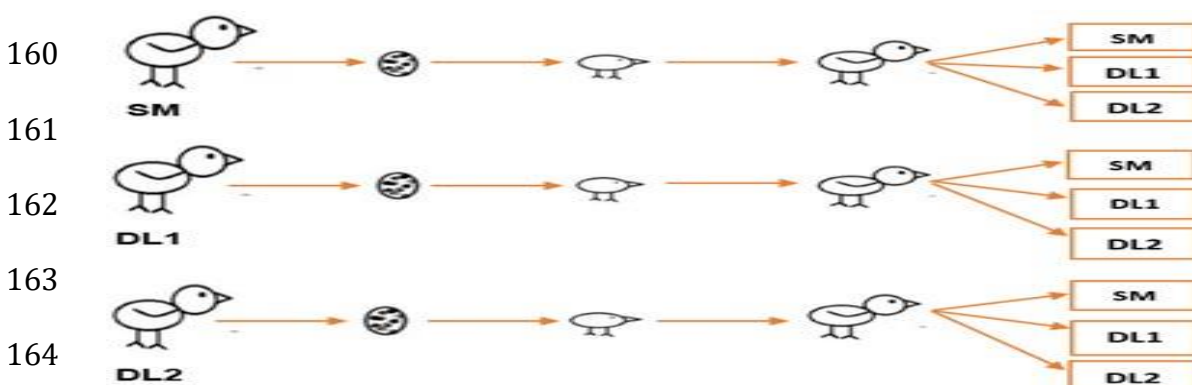
Ingredientes (%)	Dietas experimentais		
	SM <sup>†</sup>	DL1	DL2
Milho moído	56.639	56.303	56.088
Farelo de soja	32.200	32.300	32.300
Sal	0.375	0.375	0.375
Óleo vegetal	1.700	1.600	1.500
Calcário calcítico	7.520	7.520	7.520
Fosfato bicálcico	0.990	0.990	0.990
L-Lisina HCL	0.130	0.130	0.130
DL-Metionina	-	0.335	0.650
L-Treonina	0.046	0.047	0.047
Mistura vitamínica e mineral <sup>1</sup>	0.400	0.400	0.400
<b>Total</b>	<b>100.000</b>	<b>100.000</b>	<b>100.000</b>
<b>Composição Energética e Nutricional</b>			
EMA (kcal/kg)	2796.357	2795.309	2795.061
Proteína Bruta (%)	19.377	19.597	19.767
Cálcio (%)	3.151	3.151	3.151
Fósforo Disponível (%)	0.330	0.330	0.330
Sódio (%)	0.171	0.171	0.171
<b>Aminoácidos Digestíveis (%)</b>			
Metionina+Cistina	0.531	0.863	1.174
Lisina	1.049	1.051	1.051
Treonina	0.713	0.715	0.714
Triptofano	0.215	0.215	0.215

<sup>1</sup>Mistura vitamínica e mineral de postura (por kg do produto): Vit. A - 2.250.000 UI/kg; Vit. D3 - 500.000 UI/kg; Vit. E - 7.000 UI/kg; Vit. B1 - 450 mg/kg; Vit. B2 - 1.000 mg/kg; Vit. B6 - 450 mg/kg; Vit. B12 - 3.500 mg/kg; Vit. K3 - 420 mg/kg; Pantetonato cálcio - 2.500 mg/kg; Niacina - 7.000 mg/kg; Ácido Fólico - 180 mg/kg; Biotina - 15 mg/kg; Colina - 55 g/kg; Zinco - 12 g/kg; Ferro - 12 g/kg; Manganês - 15 g/kg; Cobre - 3.000 mg/kg; Iodo - 250 mg/kg; Cobalto - 50 mg/kg; Selênio - 72 mg/kg; Etoxiqum - 40 mg/kg; B.H.A - 40 mg/kg; Veículo Q.S.P - 1.000 g/kg. <sup>†</sup>SM, dieta sem suplementação de metionina; DL1, dieta suplementada com o nível recomendado de metionina; DL2, dieta suplementada com metionina acima do nível recomendado.

### 144 2.1.2. Progenie

145 Após nascerem todos os pintainhos (total de 150 aves), foram anilhados, pesados e  
 146 alojados em círculo de proteção previamente aquecido com lâmpada de  
 147 aquecimento contendo ração para fase inicial (Tabela 2) e água à vontade. Os  
 148 pintainhos foram alojados de acordo com a dieta experimental das matrizes e  
 149 criados de maneira convencional sob as mesmas condições experimentais até os 15  
 150 dias de idade (Figura 1).

151 Aos 15 dias de idade, as aves filhas de cada matriz foram pesadas e distribuídas em  
 152 três tratamentos referentes à suplementação de metionina: aves que receberam  
 153 dieta sem suplementação de metionina (deficiência em metionina, SM), aves que  
 154 receberam dieta com suplementação do nível recomendado de metionina (DL1) e  
 155 aves que receberam dieta com suplementação de metionina acima do nível  
 156 recomendado (DL2) (Tabela 3). As aves pertencentes ao mesmo tratamento foram  
 157 alocadas em gaiolas coletivas (n=13), sendo duas aves por gaiola e tiveram acesso  
 158 livre à água e à ração formulada para atender as exigências nutricionais desses  
 159 animais de acordo com Rostagno et al. (2017).



165 **Figura 1** - Esquema mostrando o delineamento experimental. Ovos de cada matriz foram  
 166 coletados por 10 dias e incubados sob as mesmas condições. Ao nascerem, os pintainhos foram  
 167 alojados de acordo com a dieta experimental da matriz e criados de maneira convencional sob as  
 168 mesmas condições experimentais até os 15 dias de idade. Aos 15 dias de idade, as aves filhas de  
 169 cada matriz foram distribuídas em três tratamentos referentes à suplementação de metionina:  
 170 aves que receberam dieta sem suplementação de metionina (deficiência em metionina, SM), aves  
 171 que receberam dieta com suplementação do nível recomendado de metionina (DL1) e aves que  
 172 receberam dieta com suplementação de metionina acima do nível recomendado (DL2).

**Tabela 2** - Composição percentual e valores nutricionais da dieta experimental para codornas em fase inicial

Ingredientes (%)	Composição Percentual
	1 a 14 dias
Milho moído	61.876
Farelo de soja	34.000
Sal	0.445
Óleo vegetal	0.300
Calcário calcítico	1.125
Fosfato bicálcico	1.530
L-Lisina HCL	0.123
DL-Metionina	0.185
L-Treonina	0.016
Mistura vitamínica e mineral <sup>1</sup>	0.400
<b>Total</b>	<b>100.000</b>
Composição Energética e Nutricional	
	1 a 14 dias
Energia Metabolizável (kcal/kg)	2898.958
Proteína Bruta (%)	20.694
Cálcio (%)	0.855
Fósforo Disponível (%)	0.450
Sódio (%)	0.199
Aminoácidos digestíveis	
Metionina+ Cistina	0.750
Lisina	1.101
Treonina	0.727
Triptofano	0.228

<sup>1</sup>Mistura vitamínica e mineral de crescimento (por kg do produto): Vit. A – 2.270.000 UI/Kg; Vit. E – 6.330 UI/Kg; Vit. B1 – 561 mg/Kg; Vit. B2 – 1.490 mg/Kg; Vit. B6 – 858 mg/Kg; Vit. B12 – 3.500 mcg/Kg; Vit. K3 – 450 mg/Kg; Pantotenato Cálcio – 2.976 mg/Kg; Niacina – 8.820 mg/Kg; Ácido Fólico – 200 mg/Kg; Biotina – 20 mg/Kg; Colina – 86 mg/Kg; Zinco – 19 mg/Kg; Ferro – 14 mg/kg; Manganês – 20 mg/Kg; Cobre – 3.040 mg/Kg; Iodo – 290 mg/Kg; Cobalto 50 mg/Kg; Selênio – 88 mg/Kg; Etoxiqum – 25 mg/Kg; B.H.A – 20 mg/Kg; Veiculo Q.S.P – 1.000 mg/Kg.

**Tabela 3 - Composição percentual e valores nutricionais das dietas experimentais para codornas em fase de crescimento (15 a 35 dias)**

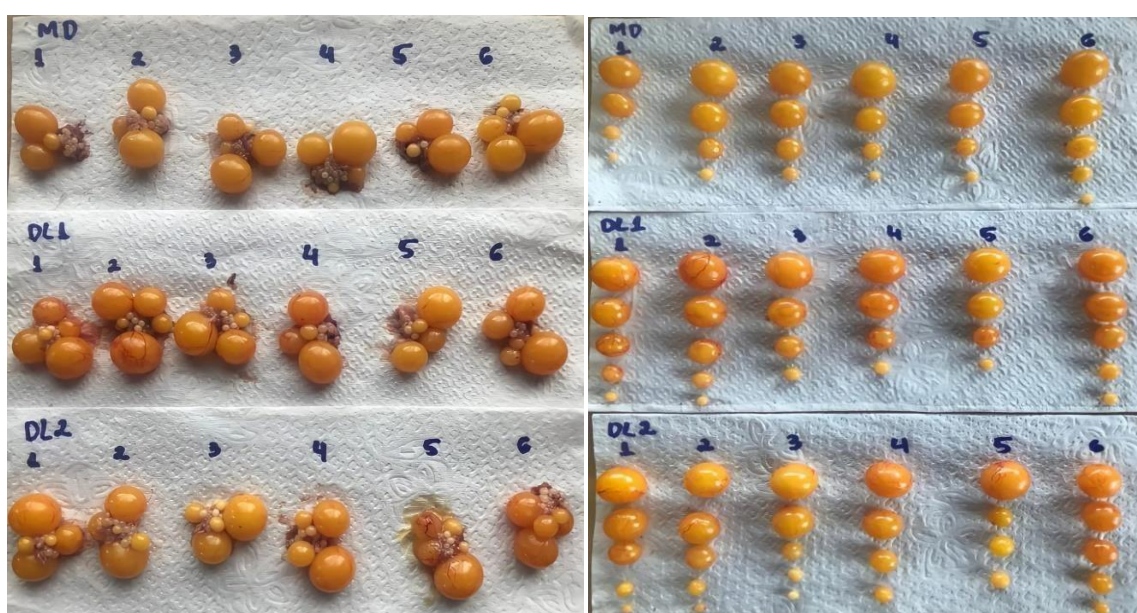
Ingredientes (%)	Dietas experimentais		
	SM <sup>†</sup>	DL1	DL2
Milho moído	65.536	65.272	65.063
Farelo de soja	30.500	30.600	30.600
Sal	0.605	0.605	0.605
Óleo vegetal	1.700	1.600	1.500
Calcário calcítico	1.405	1.405	1.405
Fosfato bicálcico	1.400	1.400	1.405
L-Lisina HCL	0.139	0.138	0.137
DL-Metionina	-	0.165	0.370
L-Treonina	0.015	0.015	0.015
Mistura vitamínica e mineral <sup>1</sup>	0.400	0.400	0.400
<b>Total</b>	<b>100.000</b>	<b>100.000</b>	<b>100.000</b>
Composição Energética e Nutricional			
EMA (kcal/kg)	2908.746	2910.317	2013.501
Proteína Bruta (%)	19.273	19.395	19.500
Cálcio (%)	0.923	0.924	0.925
Fósforo Disponível (%)	0.420	0.420	0.420
Sódio (%)	0.260	0.260	0.260
Aminoácidos Digestíveis (%)			
Metionina+Cistina	0.538	0.701	0.904
Lisina	1.029	1.030	1.029
Treonina	0.680	0.681	0.680
Triptofano	0.210	0.210	0.210

<sup>1</sup>Mistura vitamínica e mineral de crescimento (por kg do produto): Vit. A – 2.270.000 UI/Kg; Vit. E– 6.330 UI/Kg; Vit. B1 – 561 mg/Kg; Vit. B2 – 1.490 mg/Kg; Vit. B6 – 858 mg/Kg; Vit. B12 – 3.500 mcg/Kg; Vit. K3 – 450 mg/Kg; Pantotenato Cálcio – 2.976 mg/Kg; Niacina – 8.820 mg/Kg; Ácido Fólico– 200 mg/Kg; Biotina – 20 mg/Kg; Colina – 86 mg/Kg; Zinco – 19 mg/Kg; Ferro – 14 mg/kg; Manganês– 20 mg/Kg; Cobre – 3.040 mg/Kg; Iodo – 290 mg/Kg; Cobalto 50 mg/Kg; Selênio – 88 mg/Kg; Etoxiqum – 25 mg/Kg; B.H.A – 20 mg/Kg; Veiculo Q.S.P – 1.000 mg/Kg.†SM, dieta sem suplementação de metionina; DL1, dieta suplementada com o nível recomendado de metionina; DL2, dieta suplementada com metionina acima do nível recomendado.

## 2.2. Avaliações

Durante o período experimental das matrizes (98 a 136 dias) foram avaliados o consumo de ração (g), conversão alimentar por massa de ovo (CAM), conversão alimentar por dúzia de ovos (CAD), número de ovos, taxa de postura (%), peso do ovo (g) e massa de ovo (g) conforme descrito por Bastos et al. (2017). As taxas de eclosão (%), eclosão de ovos férteis (%) e de morte embrionária (%) foram calculadas de acordo com Koppenol et al. (2015).

O desempenho da progênie foi avaliado nos períodos de 1-14 dias e de 15 a 35 dias de idade. Ao final do período de coleta dos ovos das matrizes e do período experimental da progênie, as aves foram abatidas por deslocamento cervical e ensaguinadas. Das matrizes, os óvulos em fase F1 (fase na qual o óvulo está pronto para ser liberado) foram extraídos do ovário para obtenção do peso (g) e contagem destes (Figura 2). O peso relativo do ovário, fígado, coração e intestino das matrizes foi avaliado como:  $(\text{peso do órgão} / \text{peso da ave}) \times 100$ .



**Figura 2** - Folículos hierárquicos de codornas japonesas em fase de postura (98 a 136 dias) alimentadas com dieta sem suplementação de metionina (SM); dieta suplementada com o nível recomendado de metionina (DL1); e dieta suplementada com metionina acima do nível recomendado (DL2).

## 224 2.3. Análise estatística

225 Para todos os dados, o efeito da dieta das matrizes foi avaliado através da ANOVA  
226 One-way. Quando observado efeito significativo dos tratamentos, as médias foram  
227 comparadas pelo Teste de Tukey ( $P < 0,05$ ). Para avaliar como o efeito do ambiente  
228 materno influencia nas respostas da progênie ao ambiente nutricional a qual é  
229 submetida, o efeito de ambiente da progênie foi avaliado dentro das dietas das  
230 matrizes (SAS Inst. Inc., Cary, NC, USA). Peso ao nascimento não foi incluído no  
231 modelo, já que essa correção poderia mascarar os efeitos causados pela dieta das  
232 matrizes sobre o desenvolvimento dos pintainhos antes da eclosão (Van der waaij  
233 et al., 2011). Todos os resultados são apresentados como médias e erro padrão.

234

## 235 3. Resultados

### 236 3.1. Efeito da dieta sobre o desempenho das matrizes

237 Matrizes alimentadas com dieta suplementada com metionina no nível  
238 recomendado (DL1) e dieta suplementada com metionina acima do nível  
239 recomendado (DL2) apresentaram maior peso do ovo, número de ovos, massa de  
240 ovo, taxa de postura, taxa de eclosão e melhor conversão alimentar por massa de  
241 ovos que matrizes recebendo dieta sem suplementação de metionina (SM) ( $P < 0,05$ ).  
242 Não houve efeito dos níveis de suplementação de metionina sobre as demais  
243 características de desempenho avaliadas (Tabela 4).

244

245

**Tabela 4 - Desempenho de matrizes de codornas japonesas em fase de postura (98 a 136 dias)**

Características*	Dieta			P valor
	SM†	DL1	DL2	
PI (g)	164.16 ± 9.34	158.33 ± 5.26	162.50 ± 1,70	0.7977
PF (g)	173.33 ± 5.86	167.50 ± 5.58	172.50 ± 3.81	0.6956
CR (g)	850.83 ± 75.80	794.00 ± 128.25	822.33 ± 95.64	0.9260
CAD (Kg/dúzia)	2.94 ± 0.33	2.24 ± 0.25	2.67 ± 0.08	0.1744
CAM (g/g)	3.73 <sup>a</sup> ± 0.40	2.48 <sup>b</sup> ± 0.32	2.87 <sup>ab</sup> ± 0.11	0.0316
PO (g)	9.43 <sup>b</sup> ± 0.32	10.99 <sup>a</sup> ± 0.21	11.12 <sup>a</sup> ± 0.17	0.0003
MO (g)	234.43 <sup>b</sup> ± 20.34	302,30 <sup>a</sup> ± 27.14	320.87 <sup>a</sup> ± 9.15	0.0213
TXP (%)	87.22 <sup>b</sup> ± 3.15	96.66 <sup>a</sup> ± 2.10	96.66 <sup>a</sup> ± 1.49	0.0174
NO (n)	26.16 <sup>a</sup> ± 0.94	29.00 <sup>a</sup> ± 0.62	29.00 <sup>b</sup> ± 0.44	0.0174
TXE (%)	62.40 <sup>b</sup> ± 9.53	96.29 <sup>a</sup> ± 3.70	69.39 <sup>b</sup> ± 4.88	0.0056

\*PI, peso inicial; PF, peso final; CR, consumo de ração; CAD, conversão alimentar por dúzia de ovos; CAM, conversão alimentar por massa de ovo; PO, peso do ovo; MO, massa de ovo; TXP, taxa de postura; NO, número de ovos; TXE, taxa de eclosão. †SM, dieta sem suplementação de metionina; DL1, dieta com suplementação do nível recomendado de metionina; DL2, dieta com suplementação de metionina acima do nível recomendado. Os resultados são apresentados como média e erro padrão. <sup>a,b</sup>As médias na mesma linha seguidas de letras diferentes diferem significativamente pelo teste de Tukey (P<0,05).

Não houve efeito da dieta sobre o número de folículos, mas constatou-se efeito da suplementação de metionina sobre o peso dos folículos (P=0,0475). Matrizes que receberam dieta DL1 apresentaram maior peso dos folículos que matrizes que receberam dieta sem suplementação de metionina (1,28 vs 1,03 g), não diferindo daquelas que receberam dieta DL2. Não foi observado efeito da suplementação de metionina sobre o peso relativo do ovário, fígado, intestino e coração (Tabela 5).



**Tabela 5** - Número de folículos e peso relativo de órgãos de matrizes de codornas japonesas em fase de postura (98 a 136 dias)

Características*	Dieta			P valor
	SM <sup>†</sup>	DL1	DL2	
NF (n)	4.33 ± 0.20	4.50 ± 0.22	4.83 ± 0.16	0.2363
PF (g)	1.03 <sup>b</sup> ± 0.07	1.28 <sup>a</sup> ± 0.04	1.12 <sup>ab</sup> ± 0.05	0.0475
OVÁRIO (%)	3.26 ± 0.31	4,02 ± 0,17	3.76 ± 0.09	0.0702
FÍGADO (%)	2.88 ± 0.21	2,64 ± 0.15	2.73 ± 0.15	0.6427
INTESTINO (%)	5.19 ± 0.33	4.64 ± 0.11	4.41 ± 0.37	0.2034
CORAÇÃO (%)	0.86 ± 0.20	0.93 ± 0.14	0.94 ± 0.02	0.5984

\*NF, número de folículos grandes; PF, peso dos folículos grandes; <sup>†</sup>SM, dieta sem suplementação de metionina; DL1, dieta com suplementação do nível recomendado de metionina; DL2, dieta com suplementação de metionina acima do nível recomendado. Os resultados são apresentados como média e erro padrão. <sup>a,b</sup>As médias na mesma linha seguidas de letras diferentes diferem significativamente pelo teste de Tukey (P<0,05).

### 3.2. Efeito da dieta materna sobre o desenvolvimento da progênie na fase inicial (1 a 14 dias)

Para melhor entender como o ambiente materno pode atuar sobre o desenvolvimento da progênie, o efeito da dieta materna foi avaliado sobre o desempenho da progênie na fase inicial (1-14 dias). A progênie de matrizes alimentadas com dietas suplementadas com metionina (DL1 e DL2) apresentaram significativamente maior peso aos 15 dias e maior ganho de peso que as progênies de matrizes alimentadas com dieta sem suplementação de metionina (SM) (Tabela 6).

**Tabela 6 - Efeito da dieta materna sobre o desempenho da progênie na fase inicial (1-14 dias)**

Características*	Dieta			P valor
	SM <sup>†</sup>	DL1	DL2	
PN (g)	7.79 ± 0.15	7.65 ± 0.15	7.91 ± 0.13	0.8393
P15 (g)	33.28 <sup>b</sup> ± 1.49	41.92 <sup>a</sup> ± 1.22	45.69 <sup>a</sup> ± 1.91	<.0001
GP (g)	25.48 <sup>b</sup> ± 1.41	34.26 <sup>a</sup> ± 1.14	37.96 <sup>a</sup> ± 1.84	<.0001

\*PN, peso ao nascimento; P15, peso aos 15 dias de idade; GP, ganho de peso; <sup>†</sup>SM, dieta sem suplementação de metionina; DL1, dieta com suplementação do nível recomendado de metionina; DL2, dieta com suplementação de metionina acima do nível recomendado. Os resultados são apresentados como média e erro padrão. <sup>a,b</sup>As médias na mesma linha seguidas de letras diferentes diferem significativamente pelo teste de Tukey (P<0,05).

### 3.3. Efeito da dieta materna sobre o desempenho da progênie na fase de crescimento (15 a 35 dias)

Os resultados de desempenho da progênie na fase de crescimento são apresentados na Tabela 7. Para melhor compreender o efeito do ambiente materno sobre o desenvolvimento da progênie na fase de crescimento, os tratamentos aplicados à progênie são comparados dentro de cada dieta materna. Para as progênies de matrizes alimentadas com dieta sem suplementação de metionina (SM), observamos que aves alimentadas também com dieta sem suplementação apresentaram menor peso aos 15 dias de idade, menor peso aos 35 dias e menor ganho de peso que aves recebendo dietas suplementadas com metionina (DL1 e DL2) (P<0,05).

Já para as progênies das matrizes alimentadas com dieta DL1 e DL2, apesar de menor peso aos 15 dias de idade ter sido observado para a progênie alimentada com

299 dieta SM, não houve efeito significativo da dieta sobre o peso aos 35 dias e sobre o  
300 ganho de peso. Não foi observado efeito dos tratamentos sobre a conversão  
301 alimentar.

302

303

**Tabela 7 - Efeito da dieta materna sobre o desempenho da progênie na fase de crescimento (15 a 35 dias)**

	SM <sup>†</sup>			DL1			DL2		
	SM	DL1	DL2	SM	DL1	DL2	SM	DL1	DL2
P15 g <sup>1</sup>	30.25 <sup>b</sup> ± 3.31	39.75 <sup>a</sup> ± 1.81	50.20 <sup>a</sup> ± 2.36	33.50 <sup>b</sup> ± 2.54	42.28 <sup>a</sup> ± 2.64	44.25 <sup>a</sup> ± 3.67	34.90 <sup>b</sup> ± 2.58	43.37 <sup>a</sup> ± 1.44	45.33 <sup>a</sup> ± 3.54
P35 g	89.00 <sup>b</sup> ± 8.15	122.25 <sup>a</sup> ± 0.92	119.40 <sup>a</sup> ± 5.15	103.41 ± 6.07	117.00 ± 4.49	114.97 ± 6.04	98.65 ± 6.42	124.37 ± 3.37	116.60 ± 4.84
GP g	58.75 <sup>b</sup> ± 5.84	82.50 <sup>a</sup> ± 4.32	69.20 <sup>a</sup> ± 3.37	69.91 ± 4.12	74.71 ± 2.91	70.72 ± 5.03	63.75 ± 4.49	81.00 ± 3.36	71.26 ± 7.04
CA	5.89 ± 0.76	4.56 ± 0.43	4.49 ± 0.24	6.05 ± 0.81	4.56 ± 0.29	4.98 ± 0.30	6.12 ± 0.78	4.18 ± 0.25	4.93 ± 0.30

<sup>1</sup>P15, peso da progênie aos 15 dias de idade; P35, peso da progênie aos 35 dias de idade; GP, ganho de peso; CA, conversão alimentar; <sup>†</sup>SM, dieta sem suplementação de metionina; DL1, dieta com suplementação do nível recomendado de metionina; DL2, dieta com suplementação de metionina acima do nível recomendado. Os resultados são apresentados como média e erro padrão. As comparações são feitas dentro de cada dieta materna e as dietas na primeira linha representam a dieta das matrizes. <sup>a,b</sup>Dentro de cada dieta, as médias na mesma linha seguidas de letras diferentes diferem significativamente pelo teste de Tukey (P<0,05).

#### 310 4. Discussão

311 Nesse estudo, observamos que matrizes alimentadas com dietas com  
312 suplementação de metionina no nível recomendado (DL1) e com metionina acima  
313 do nível recomendado (DL2) apresentaram melhor desempenho durante a fase de  
314 postura. Resultados semelhantes revelam que a suplementação de metionina tem  
315 efeito positivo no desempenho das matrizes contribuindo para uma maior taxa de  
316 postura (Alagawany et al., 2016), maior peso do ovo, maior eficiência em converter  
317 os nutrientes presentes na dieta em produção de ovos, além de uma maior qualidade  
318 do ovo produzido (Xiao et al., 2017). Esses resultados evidenciam que a adição de  
319 metionina na dieta melhora a produção e a qualidade do ovo (Sumiati et al., 2016;  
320 Vieira et al., 2017). O efeito benéfico da suplementação de metionina deve-se em  
321 parte ao fato de que este aminoácido aumenta a deposição de proteínas,  
322 proporcionando a produção de ovos (Vázquez-añón et al., 2006), além de melhorar  
323 o peso dos ovos (Bunchasak e Silapasorn, 2005) e a massa de ovo, como constatado  
324 por Carvalho et al. (2009).

325 Neste estudo também podemos observar que a suplementação de metionina  
326 aumentou a taxa de eclosão de ovos férteis. Estudos mostram que a metionina  
327 possui papel fundamental na promoção do desempenho reprodutivo, melhorando a  
328 taxa de fertilidade, eclodibilidade e taxa de natalidade (Xiao et al., 2017). De acordo  
329 com Bunchasak et al. (2012), esses resultados são devido principalmente à maior  
330 capacidade antioxidante do embrião que resulta em efeito benéfico no seu  
331 desenvolvimento, e que ocorre através da transferência da metionina, do  
332 metabolismo materno para os ovos férteis. O efeito positivo da suplementação de  
333 metionina na dieta materna também foi observado sobre o desempenho da progênie  
334 na fase inicial de criação: aves filhas de matrizes alimentadas com dieta

335 suplementada com metionina (DL1 e DL2) e que também receberam dieta  
336 suplementada com metionina (DL1 e DL2) apresentaram maior peso os 15 dias de  
337 idade e maior ganho de peso (1-15 dias de idade) que aves filhas de matrizes que  
338 receberam dieta deficiente em metionina (SM).

339 Esse efeito da dieta materna sobre o desenvolvimento da progênie ainda pode ser  
340 devido ao melhor ambiente proporcionado na fase embrionária, uma vez que os  
341 nutrientes depositados no ovo estão associados à quantidade que os mesmos estão  
342 sendo fornecidos na dieta da matriz (Dixon et al., 2015). E esses resultados sugerem  
343 que a dieta materna é essencial para promover adequado desenvolvimento do  
344 embrião ocasionando melhor desempenho durante a fase inicial de produção (Surai  
345 et al., 2016).

346 Em adição aos resultados discutidos acima, em nosso estudo também foi observado  
347 que o efeito do ambiente materno, como por exemplo, os efeitos benéficos causados  
348 pela suplementação de metionina podem ser estendidos sobre o desenvolvimento  
349 da progênie durante fases mais tardias.

350 Quando avaliamos o desempenho da progênie durante a fase de crescimento (15 a  
351 35 dias) (Tabela 7), observamos que aves filhas de matrizes alimentadas com dieta  
352 SM e que também receberam dieta deficiente em metionina apresentaram menor  
353 peso aos 15 dias de idade, menor peso aos 35 dias e menor ganho de peso no  
354 período. Esses resultados podem estar associados ao efeito negativo da deficiência  
355 de metionina na dieta materna, acarretando em baixo desempenho da progênie, o  
356 que está de acordo com os achados de Carew et al. (2003), que relataram que aves  
357 que receberam dieta deficiente em metionina tiveram menor crescimento. O estado  
358 nutricional da matriz é um fator importante na regulação do desenvolvimento da  
359 progênie (Surai, 2000), assim como o ambiente materno também pode influenciar o

360 crescimento da prole. Dessa forma, o peso ao nascimento e o crescimento da  
361 progênie podem ser afetados pelo estresse materno (Lordi et al., 2000; Tao et al.,  
362 2012).

363 Em se tratando da progênie de matrizes alimentadas com suplementação de  
364 metionina no nível recomendado (DL1) e dieta suplementada com metionina acima  
365 do nível recomendado (DL2) apesar de menor peso aos 15 dias de idade ter sido  
366 observado para a progênie alimentada com dieta sem suplementação de metionina  
367 (SM), não observamos efeito significativo da dieta da progênie sobre o peso aos 35  
368 dias e sobre o ganho de peso. Quando a matriz foi alimentada com dieta  
369 suplementada com metionina, podemos observar que o fornecimento deste  
370 aminoácido em quantidades apropriadas pode contribuir para potencializar o  
371 crescimento e a produção adequada das aves.

372 A nutrição materna é um dos fatores que pode influenciar o fenótipo da progênie  
373 através de modificações nos agentes transcrpcionais (Lv et al., 2019). Assim, os  
374 efeitos transgeracionais que compreendem mudanças epigenéticas e fenotípicas  
375 que são causadas por fatores maternos e ambientais, provocam mudanças no  
376 desenvolvimento da prole (Loh et al., 2004). A suplementação da dieta materna  
377 apenas no período de postura pode ser transferida para a composição do ovo (Surai,  
378 2000; Lemahieu et al. 2013). Sabe-se que o pintainho se desenvolve  
379 independentemente da mãe e que todos os nutrientes e hormônios são depositados  
380 no ovo na hora da postura. Dessa forma, as dietas fornecidas na fase de postura  
381 apresentam efeito mais direto no desempenho da progênie em relação às dietas  
382 maternas oferecidas na fase de crescimento da progênie (Lesuisse et al., 2017).

383 Em nosso trabalho observamos que a partir da fase de crescimento, o efeito da  
384 restrição de metionina não é mais percebido para aquelas aves que receberam

385 dietas com suplementação de metionina, o que pode sugerir que a suplementação  
386 de metionina foi capaz de nutrir melhor a progênie otimizando seu  
387 desenvolvimento.

388 As matrizes proporcionam o primeiro ambiente vivenciado pelos filhos antes e  
389 depois do nascimento, pois possuem a capacidade de criar e regular o ambiente pré-  
390 natal, afetando o desenvolvimento de sua progênie (Mousseau e Fox, 1998). Como  
391 as matrizes são capazes de transferir informações sobre o ambiente em que vivem  
392 para a próxima geração, pode-se sugerir que esses efeitos maternos são uma forma  
393 de adaptação a um ambiente diferente, onde as matrizes podem preparar sua  
394 progênie para as condições após o nascimento e, assim, melhorar sua aptidão  
395 (Marshall e Uller, 2007; Mousseau e Fox, 1998).

396

## 397 **5. Conclusão**

398 Os resultados indicam que a suplementação na dieta da matriz com metionina pode  
399 proporcionar melhor desenvolvimento e desempenho da progênie também  
400 suplementada com metionina, possivelmente devido ao notável papel da metionina  
401 no metabolismo animal e seu efeito positivo na promoção do desempenho de  
402 crescimento. Progênie suplementada com metionina filhas de matrizes também  
403 alimentadas com dietas suplementadas com metionina são capazes de se  
404 desenvolverem e responderem melhor ao ambiente futuro do que progênie  
405 alimentada com dieta sem suplementação de metionina.

406



## 407    **REFERÊNCIAS**

- 408    Alagawany, M.; Abd El-Hack, M. E.; Arif, M. e Ashour, E. 2016. A. Individual and  
 409    combined effects of crude protein, methionine, and probiotic levels on laying hen  
 410    productive performance and nitrogen pollution in the manure. *Environmental*  
 411    *Science and Pollution Research* 22:22906-22913. [https://doi: 10.1007/s11356-](https://doi.org/10.1007/s11356-016-7511-6)  
 412    016-7511-6
- 413    Bastos, M. S.; Del Vesco, A. P.; Santana, T. P.; Santos, T. S.; Oliveira Junior, G. M.;  
 414    Fernandes, R. P. M.; Barbosa, L. T. e Gasparino, E. 2017. The role of cinnamon as a  
 415    modulator of the expression of genes related to antioxidant activity and lipid  
 416    metabolism of laying quails. *Plos One* 12: e0189619.  
 417    [https://doi:10.1371/journal.pone.0189619](https://doi.org/10.1371/journal.pone.0189619)
- 418    Bunchasak, C. e Silapasorn, T. 2005. Effects of adding methionine in low-protein diet  
 419    on production performance, reproductive organs and chemical liver composition of  
 420    laying hens under tropical conditions. *International Journal of Poultry Science*  
 421    4:301-308. [https://doi:10.3923/ijps.2005.301.308](https://doi.org/10.3923/ijps.2005.301.308)
- 422    Bunchasak, C.; Yanisa, R. e Thiengtham, J. 2012. Comparative effects of supplemental  
 423    DL-2-hydroxy-4-[methylthio] butanoic acid and DL-methionine in diet on egg  
 424    production and quality in laying hens. *The Journal of Poultry Science* 49:260–267.  
 425    [https:// doi:10.2141/ jpsa.011081](https://doi.org/10.2141/jpsa.011081)
- 426    Calini, F. e Sirri, F. 2007. Breeder nutrition and offspring performance. *Brazilian*  
 427    *Journal of Poultry Science* 9:77–83. [https://doi.org/10.1590/S1516-](https://doi.org/10.1590/S1516-63X2007000200001)  
 428    63X2007000200001

- 429 Carew, L. B.; Mcmurtry, J. P. e Alster, F. A. 2003. Effects of methionine deficiencies on  
 430 plasma levels of thyroid hormones, insulin-like growth factors-I and -II, liver and  
 431 body weights, and feed intake in growing chickens. Poultry Science 82:1932–1938.  
 432 [https:// doi:10.1093/ps/82.12.1932](https://doi.org/10.1093/ps/82.12.1932)
- 433 Carvalho, D. C. O.; Albino, L. F. T.; Rostagno, H. S.; Pinheiro, S. R. F.; Brito, C. O.; Viana,  
 434 M. T. S. 2009. Biodisponibilidade de fontes de metionina para poedeiras leves na fase  
 435 de produção mantidas em ambiente de alta temperatura. Revista Brasileira de  
 436 Zootecnia 38:2383-2388. <https://doi.org/10.1590/s1516-35982009001200013>
- 437 Cetin, I.; Foidart, J. M.; Miozzo, M.; Raun, T.; Jansson, T.; Tsatsaris, V.; Reik, W.; Cross,  
 438 J.; Hauguel-De-Mouzon, S.; Illsley, N.; Kingdom, J. e Huppertz, B. 2004. Fetal growth  
 439 restriction: a workshop report. Placenta 25:753-757. [https://](https://doi.org/10.1016/j.placenta.2004.02.004)  
 440 [doi:10.1016/j.placenta.2004.02.004](https://doi.org/10.1016/j.placenta.2004.02.004)
- 441 Devlin, M. J. e Bouxsein, M. L. 2012. Influence of pre- and peri-natal nutrition on  
 442 skeletal acquisition and maintenance. Bone 50:444-451. [https://](https://doi.org/10.1016/j.bone.2011.06.019)  
 443 [doi:10.1016/j.bone.2011.06.019](https://doi.org/10.1016/j.bone.2011.06.019)
- 444 Dixon, L. M.; Sparks, N. H. C.; Rutherford, K. M. D. 2015. Early experiences matter: a  
 445 review of the effects of prenatal environment on offspring characteristics in poultry.  
 446 Poultry Science 95: 489-999. <https://dx.doi.org/10.3382/ps/pev343>
- 447 Du, M.; Zhao, J. X.; Yan, X.; Huang, Y.; Nicodemus, L.V.; Yue, W.; McCormick, R. J. e Zhu,  
 448 M. J. 2011. Fetal muscle development, mesenchymal multipotent cell differentiation,  
 449 and associated signaling pathways. Journal of Animal Science 89:583-590. [https://](https://doi.org/10.2527/jas.2010-3386)  
 450 [doi:10.2527/jas.2010-3386](https://doi.org/10.2527/jas.2010-3386)

- 451 Fan, H.; Zengpeng, Lv. Gan, L. e Guo, Y. 2018. The transcriptomics-related  
 452 mechanisms of supplementing laying broiler breeder hens with dietary daidzein to  
 453 improve the immune function and growth performance of offspring. *Journal of*  
 454 *Agricultural and Food Chemistry* 66:2049–2060.  
 455 <https://doi.org/10.1021/acs.jafc.7b06069>
- 456 Koppenol, A.; Delezie, E.; Wang, Y.; Franssens, L.; Willems, E.; Ampe, B.; Buyse, J. e  
 457 Everaert, N. 2015. Effects of maternal dietary EPA and DHA supplementation and  
 458 breeder age on embryonic and post-hatch performance of broiler offspring. *Journal*  
 459 *of Animal Physiology and Animal Nutrition* 99:36–47. [https:// doi:](https://doi.org/10.1111/jpn.12308)  
 460 [10.1111/jpn.12308](https://doi.org/10.1111/jpn.12308)
- 461 Lemahieu, C.; Bruneel, C.; Termote-verhalle, R.; Muylaert, K.; Buyse, J. e Foubert, I.  
 462 2013. Impact of feed supplementation with different omega-3 rich microalgae  
 463 species on enrichment of eggs of laying hens. *Food Chemistry* 141:4051-4059.  
 464 [https:// doi:10.1016/j.foodchem.2013.06.078](https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2013.06.078)
- 465 Lesuisse, J.; Li, C.; Schallier, S.; Leblois, J.; Everaert, N.; Buyse J. 2017. Feeding broiler  
 466 breeders a reduced balanced protein diet during the rearing and laying period  
 467 impairs reproductive performance but enhances broiler offspring performance.  
 468 *Poultry Science* 96:3949-3959. <https://dx.doi.org/10.3382/ps/pex211>
- 469 Loh, B.; Maier, I.; Winar, A.; Janke, O. e Tzschentke, B. 2004. Prenatal development of  
 470 epigenetic adaptation processes in poultry: Changes in metabolic and neuronal  
 471 thermoregulatory mechanisms. *Avian and Poultry Biology Reviews* 15:119-128.  
 472 [https:// doi:10.3184/147020604783637976](https://doi.org/10.3184/147020604783637976)

- 473 Lordi, B.; Patin, V.; Protais, P.; Mellier, D. e Caston J. 2000. Chronic stress in pregnant  
474 rats: effects on growth rate, anxiety and memory capabilities of the offspring.  
475 International Journal of Psychophysiology 37:195– 205. [https://](https://doi:10.1016/s0167-8760(00)00100-8)  
476 doi:10.1016/s0167-8760(00)00100-8
- 477 Lv, Z.; Fan, H.; Song, H.; Li, G.; Liu D. e Guo, Y. 2019. Supplementing genistein for  
478 breeder hens alters the fatty acid metabolism and growth performance of offsprings  
479 by epigenetic modification. Oxidative Medicine and Cellular Longevity 2019:1–15.  
480 [https:// doi:10.1155/2019/9214209](https://doi:10.1155/2019/9214209)
- 481 Marshall, D. J. e Uller, T. 2007. When is a maternal effect adaptive?. Oikos 116:1957-  
482 1963. [https:// doi: 10.1111/j.2007.0030-1299.16203.x](https://doi:10.1111/j.2007.0030-1299.16203.x)
- 483 Mcmillen, I. C. e Robinson, J. S. 2005. Developmental origins of the metabolic  
484 syndrome: prediction, plasticity, and programming. Physiological Reviews 85:571-  
485 633. [https:// doi:10.1152/physrev.00053.2003](https://doi:10.1152/physrev.00053.2003)
- 486 Morisson, M.; Coustham, V.; Frésard, L.; Collin, A.; Zerjal, T.; Métayer-Coustard, S.;  
487 Bodin, L.; Minvielle, F.; Brun, F. M.; Pitel, F. 2017. Nutritional Programming and effect  
488 of Ancestor Diet in Birds. In: Handbook of Nutrition, Diet, and Epigenetics. Patel V.,  
489 Preedy V. (eds), ed. Springer, Cham.
- 490 Mousseau, A. T. e Fox, C. W. 1998. Maternal effects as adaptation. Oxford University  
491 Press, New York.
- 492 Murakami, A. E.; Eyng, C. e Torrent, J. 2014. Effects of functional oils on coccidiosis  
493 and apparent metabolizable energy in broiler chickens. Asian-Australasian Journal  
494 of Animal Sciences 27:981-989. [https://dx. doi:10.5713/ajas.2013.13449](https://dx.doi.org/10.5713/ajas.2013.13449)

- 495 Oliveira, T. F. B.; Bertechini, A. G.; Bricka, R. M.; Kim, E. J.; Gerard, P. D. e Peebles, E.  
496 D. 2015. Effects of in ovo injection of organic zinc, manganese, and copper on the  
497 hatchability and bone parameters of broiler hatchlings. *Poultry Science* 94:2488–  
498 2494. <https://dx.doi.org/10.3382/ps/pev248>
- 499 Pillai, S. M.; Sereda, N. H.; Hoffman, M. L.; Valley, E. V.; Crenshaw, T. D.; Park, Y. K.;  
500 Lee, J. Y.; Zinn, S. A. e Govoni, K. E. 2016. Effects of poor maternal nutrition during  
501 gestation on bone development and mesenchymal stem cell activity in offspring.  
502 *PLoS One* 11:e0168382. <https://doi:10.1371/journal.pone.0168382>
- 503 Rao, K.; Xie, J.; Yang, X.; Chen, L.; Grossmann, R. e Zhao, R. 2009. Maternal low-protein  
504 diet programmes offspring growth in association with alterations in yolk leptin  
505 deposition and gene expression in yolk-sac membrane, hypothalamus and muscle of  
506 developing Langshan chicken embryos. *British Journal of Nutrition* 102:848–857.  
507 <https://doi:10.1017/S0007114509276434>
- 508 Rees, W. D. 2018. Interactions between nutrients in the maternal diet and the  
509 implications for the long-term health of the offspring. *Proceedings of the Nutrition*  
510 *Society* 78:88-96. <https://doi:10.1017/s0029665118002537>
- 511 Reis, R. N.; Vieira, S. L.; Nascimento, P. C.; Peña, J. E.; Barros, R. e Torres, C. A. 2009.  
512 Selenium contents of eggs from broiler breeders supplemented with sodium  
513 selenite or zinc-L-selenium-methionine. *Journal of Applied Poultry Research* 18:  
514 151-157. <https://doi:10.3382/japr.2008-00069>
- 515 Reynolds, C. K.; Crompton, L. A. e Mills, J. A. N. 2011. Improving the efficiency of  
516 energy utilisation in cattle. *Animal Production Science* 51:6–12. <https://doi:10.1071/an10160>

- 518 Rostagno, H. S.; Albino, L. F. T.; Hannas, M. I.; Donzele, J. L.; Sakomura, N. K.; Perazzo,  
519 F. G.; Saraiva, A.; Teixeira, M. L.; Rodrigues, P. B.; Oliveira, R. F.; Barreto, S. L.; Brito,  
520 C. O. 2017. Brazilian tables for poultry and swine: composition of feedstuff and  
521 nutritional requirements. 4th ed. Departamento de Zootecnia, Universidade Federal  
522 de Viçosa, Viçosa, MG.
- 523 Shanks, N. e Lightman, S. L. 2001. The maternal-neonatal neuro-immune interface:  
524 are there long-term implications for inflammatory or stress-related disease? The  
525 Journal of Clinical Investigation 108:1567-1573. <https://doi:10.1172/JCI14592>
- 526 Sumiati, A. D. e Wiryawan, K.G. 2016. Egg quality and blood hematology of magelang  
527 laying duck fed with diets containing different ratios of omega 3 and omega 6 fatty  
528 acids and organic zn. International Journal of Poultry Science 15:448-453.  
529 <https://doi:10.3923/ijps.2016.448453>
- 530 Surai, P. F. 2000. Effect of selenium and vitamin E content of the maternal diet on  
531 the antioxidant system of the yolk and the developing chick. British Poultry Science  
532 41:235-243. <https://dx.doi:10.1080/713654909>
- 533 Surai, P. F.; Fisinin, V. I. e Karadas, F. 2016. Antioxidant systems in chick embryo  
534 development. Part 1. Vitamin E, carotenoids and selenium. Animal Nutrition 2:1-11.  
535 <https://doi:10.1016/j.aninu.2016.01.001>
- 536 Tao, S.; Monteiro, A. P. A.; Thompson, I. M.; Hayen, M. J.; Dahl, G. E. 2012. Effect of  
537 late-gestation maternal heat stress on growth and immune function of dairy calves.  
538 Journal of Dairy Science 95:7128-7136. <https://doi:10.3168/jds.2012-5697>

- 539 Urso, U. R. A.; Dahlke, F.; Maiorka, A.; Bueno, I. J. M.; Schneider, A.F.; Surek, D. e Rocha,  
 540 C. 2015. Vitamin E and selenium in broiler breeder diets: Effect on live performance,  
 541 hatching process, and chick quality. *Poultry Science* 94:976-983.  
 542 <https://dx.doi.org/10.3382/ps/pev042>
- 543 Van der waaij, E. H.; Van den Brand, H.; Van Arendonk, J. A. M. e Kemp, B. 2011. Effect  
 544 of match or mismatch of maternal-offspring nutritional environment on the  
 545 development of offspring in broiler chickens. *Animal* 5:741-748. [https://](https://doi:10.1017/S1751731110002387)  
 546 [doi:10.1017/S1751731110002387](https://doi:10.1017/S1751731110002387)
- 547 Vázquez-añón, M.; González-esquerra, R.; Saleh, E.; Hampton, T.; Ritcher, S.; Firman,  
 548 J. e Knight, C. D. 2006. Evidence for 2-hydroxy-4(methylthio) butanoic acid and DL-  
 549 methionine having different dose responses in growing broilers. *Poultry Science*  
 550 85:1409–1420. [https:// doi:10.1093/ps/85.8.1409](https://doi:10.1093/ps/85.8.1409)
- 551 Vieira, D. V. G.; Costa, F. G. P.; Lima, M. R.; Vargas Júnior, J. G.; Bonaparte, T. P. e  
 552 Cavalcante, D. T. 2017. 2-Hydroxy-4-methylthio butanoic acid and DL-methionine  
 553 for Japanese quails in production. *Journal of Animal Physiology and Animal*  
 554 *Nutrition* 102:e686-e694. <https://doi:10.1111/jpn.12813>
- 555 Xiao, X.; Wang, Y.; Liu, W.; Ju, T. e Zhan, X. 2017. Effects of different methionine  
 556 sources on production and reproduction performance, egg quality and serum  
 557 biochemical indices of broiler breeders. *Asian-Australasian Journal of Animal*  
 558 *Sciences* 30:828–833. <https://doi:10.5713/ajas.16.0404>
- 559 Zhang, L.; Wang, Y. X.; Zhou, Y.; Zheng, L.; Zhan, X. A. e Pu, Q. H. 2014. Different  
 560 sources of maternal selenium affect selenium retention, antioxidant status, and meat

- 561 quality of 56-day-old offspring of broiler breeders. Poultry Science 93:2210–2219.
- 562 <https://dx.doi.org/10.3382/ps.2013-03605>





Universidade Federal de Sergipe  
Pró-Reitora de Pós-Graduação e Pesquisa  
Programa de Pós-Graduação Integrado em Zootecnia  
Cidade Universitária Prof. José Aloísio de Campos  
Av. Marechal Rondon s/n - São Cristóvão – SE